한국광학회 제18회 정기총회 및 2007년도 동계학술발표회 (2007. 2. 8~9)

S-IPS 액정셀의 시야각 개선을 위한 최적화 설계

An Optimized Design of S-IPS LC Cell for Improving Viewing Angle Characteristics

김경미*, 이와룡*, 최성욱*, 손정희*, 양진석*, 이기동*

*동아대학교 전자공학부

haslk@naver.com

액정 표시 장치가 만들어진 이후로 시야각 특성의 개선을 위한 많은 노력들이 있었다. 시야각 특성을 개선하기 위해서 S-IPS(Super In-plane switching)모드[1], PVA(patterned vertical alignment)모드[2], MVA(Multi-domain vertical alignment) 모드 등과 같은 여러 가지 모드들이 제안되어왔다. 특히 S-IPS는 평면 스위칭에 의해 다른 모드들에 비해 좀 더 뛰어난 시야각 특성을 가진다. 하지만 두 장의 편광판이 수직한 형태로 배열된 경우 대각 방향 관찰 시 편광판과 LC cell 축의 이동으로 인해 빛샘 현상이 발생하게 된다.[3] 이는 대형의 제품을 생산하는데 있어 문제점을 야기 시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 빛샘 현상을 개선하기 위한 구조를 제안하였으며, 이 최적화 과정은 뽀앙카레 구면을 통하여 수행하였다. 개선된 구조는 S-IPS 액정과 양의 C-plate, A-Plate를 이용하여 설계하였다. 이 구조는 기존의 구조에 비해 시야각 특성과 화면의 명암 대비 비율이 상당히 향상되었으며, 상용 시뮬레이터인 *'DiMOS'*를 통하여 개선된 특성을 확인하였다.

$$T=\frac{1}{8}T^{4}\frac{\sin^{4}\theta\cdot\sin^{2}2\Phi}{(1-\sin^{2}\theta\cdot\cos^{2}\Phi)(1-\sin^{2}\theta\cdot\sin^{2}\Phi)} \tag{1}$$

식 (1)은 대각방향의 관찰 시의 빛샘 현상을 수식으로 표현한 것이다.[4] 대각 방향 관찰 시 처음 설정되어 있던 편광판과 LC cell 축의 이동으로 인해 빛샘이 발생하게 되고, 이 축의 틀어지는 정도는 식 (2)를 통해 나타낼 수 있다.

$$\delta=\sin^{-1}\left[\left(\frac{\cos\theta\cdot\sin\phi}{\sqrt{1-\sin^{2}\theta\cdot\sin^{2}\phi}}\right)\right] \tag{2}$$

그림 1.은 θ,ϕ의 변화에 따른 'T'의 값을 나타낸 것이다. 그림 1.에서 Θ=70° , Φ=45° 에서 가장 큰 빛샘이 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 따라서 Θ=70° , Φ=45° 에서 발생하는 빛샘을 보상하는데 중점을 두고 설계를 하였다.

그림 2. (a)는 기존의 S-IPS 구조를, (b)는 기존의 S-IPS 액정 셀에서 보상필름인 양의 C-plate, A-Plate를 사용한 구조를 보여주고 있다. 그림 3.(a)는 대각방향 Φ=45° 에서 제안한 구조의 전체적인 광 경로를 나타내고 있다. 빛은 최초로 편광판의 음의 C-plate(*L1*)를 지나고, S-IPS 액정 셀(*L2*)을 지나며, A-plate(*L3*), 양의 C-plate(*L4*), 다시 음의 C-plate(*L5*) 순서로 지나 G점에 최종적으로 도달하게 된다. G 점은 빛이 최종적으로 통과하는 편광판의 축에 수직이 되는 점으로써, 대각방향에서도 뛰어난 명

암 대비비를 가질 수 있게 된다. 그림 4. (a)와 (b)는 상용 시뮬레이션 *'DiMOS'*를 이용해 기존의 S-IPS의 시야각 특성과 제안한 S-IPS의 시야각 특성을 보여주고 있다. 기존의 S-IPS와 비교하여 A-plate 와 양의 C-plate를 사용한 구조의 대각방향 시야각 특성이 향상된 것을 확인할 수 있었다.

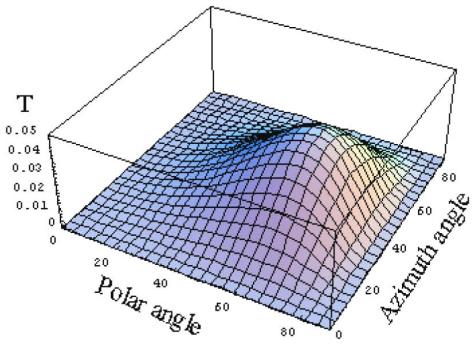
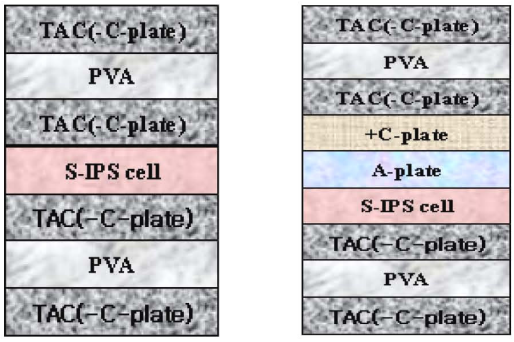


그림 1. 빛샘



(a) (b)

그림 2. (a) 기존 S-IPS (b) 제안한 S-IPS

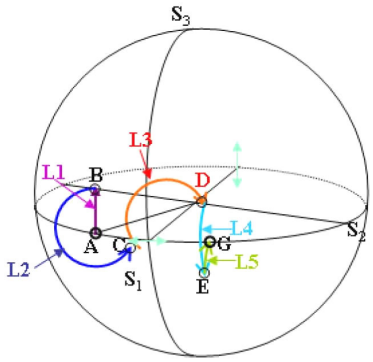
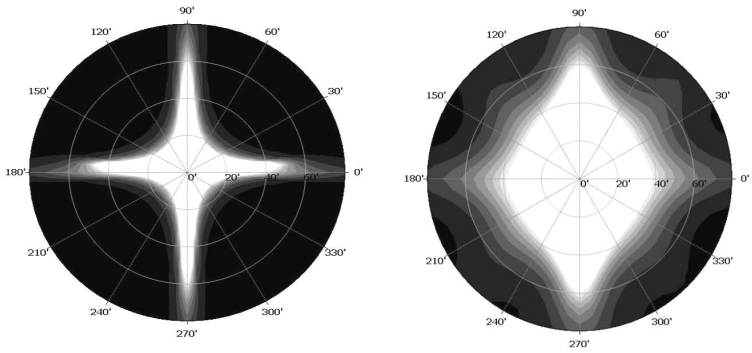


그림 3. 전체 광 경로.



(a) (b)

그림 4. (a) 기존 S-IPS의 시야각특성
(b) 제안한 S-IPS의 시야각특성

참고 문헌

1. M. Oh-e and K. Kondo, "Electro-optical characteristics and switching behavior of the in plane switching mode", Appl. Phys. Lett., **67**, 3895-3897 (1995).
2. James E. Anderson and P. J. Bos, "Method s and Concerns of Compensating In-Plane Switching Liquid Crystal Displays", Jpn. J. Appl. Phys., **39**, 6388-6392 (2000).
3. T.Ishinabe, T.Miyashita and T. Uchida, "Wide-Viewing-Angle Polarizer with a Large Wavelength Range", Jpn. J. Appl. Phys., **41**, 4553-4558 (2002).
4. Joun-Ho Lee, C. H. Oh, W. R. Lee, J. C. Kim, G. D. Lee, "An Optical Configuration of Super IPS LC Cell for Symmetrically Wide Viewing Angle", IDW'05, p.69-72 (2005).

* 본 연구는 LG Philips LCD의 지원과 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원 사업(IITA-2006-C109006030030)의 연구결과로 수행되었음.